

10



Europäisches Patentamt  
Europ an Patent Office  
Office européen des brevets

11 Veröffentlichungsnummer:

0 152 739  
A1

12

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85100110.7

51 Int. Cl.: H 02 J 3/42, H 02 H 3/06

22 Anmeldetag: 07.01.85

30 Priorität: 14.02.84 CH 699/84

71 Anmelder: BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie.,  
Haselstrasse, CH-5401 Baden (CH)

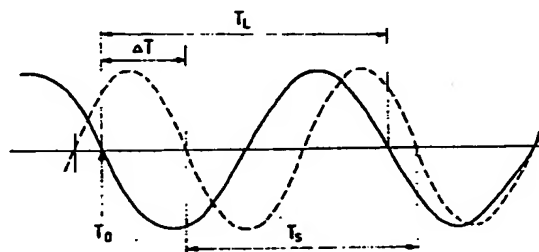
43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 28.08.85  
Patentblatt 85/35

64 Benannte Vertragsstaaten: CH DE FR IT LI SE

72 Erfinder: Blahous, Leopold, Dr. Dipl.-Ing., Lindenhof 8,  
CH-5430 Wettingen (CH)

64 Verfahren zur Ermittlung des Zeitpunktes der Wiedereinschaltung eines Leistungsschalters und Gerät zur Durchführung dieses Verfahrens.

67 Das Verfahren wird bei einem Leistungsschalter verwendet, welcher nach einem Ausschaltvorgang eine von einer Speisespannungsquelle getrennte, parallel kompensierte Leitung schnell wieder einschalten soll. Bei der Durchführung des Verfahrens werden die Polaritäten der Speisespannung und einer auf der Leitung verbliebenen Ladung erfaßt und bei der Ermittlung des Wiedereinschaltzeitpunktes berücksichtigt. Um nun bei gleichzeitigem Vorhandensein von Wechselspannungen auf Speise- und Leitungsseite schnell-wiedereinschalten zu können, ohne daß unzulässig hohe Überspannungen auftreten, werden die Periodendauern  $T_L$  und  $T_S$  von Leitungs- und Speisespannung sowie die Zeitverschiebung  $\Delta T$  zwischen aufeinanderfolgenden Nulldurchgängen von Leitungs- und Speisespannung bei gleichen Polaritäten dieser Spannung ermittelt und mit Hilfe dieser Größen eine durch den Algorithmus  $|nT_L - (\Delta T + mT_S)| \leq (T_L - T_S)/2$  bestimmte Bedingung durch systematisches Abfragen mit natürlichen Zahlen  $m, n$  überprüft.



07-01-1984  
0152739

15/84

14.2.84

Ka/SC

- 1 -

Verfahren zur Ermittlung des Zeitpunktes  
der Wiedereinschaltung eines Leistungsschalters  
und Gerät zur Durchführung dieses Verfahrens

Bei der Erfindung wird ausgegangen von einem Verfahren zur Ermittlung des Zeitpunktes der Wiedereinschaltung eines Leistungsschalters nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

- Mit diesem Oberbegriff nimmt die Erfindung Bezug auf einen
- 5 Stand der Technik wie er in dem Aufsatz "Measures taken to reduce overvoltages when energizing no-load lines" von G. Köppl in Surges in High Voltage Networks; edited by K. Ragaller, Plenum Press New York 1980 beschrieben ist.
- 10 In elektrischen Netzen mit Speisespannungen grösser oder gleich 362 kV wird die Isolation durch die Schaltungs-  
spannungsbeanspruchung bestimmt. Ein sehr kritischer Fall sind die Einschaltüberspannungen während der Schnellwieder-  
einschaltung nach erfolgreich unterbrochenen einphasigen
- 15 Erdkurzschlüssen auf einer Leitung. Bei dreiphasiger Unterbrechung eines solchen einphasigen Kurzschlusses, d.h. wenn alle 3 Pole des Leistungsschalters geöffnet sind, unterbrechen die letztlöschenen zwei Pole der gesunden Phase eine leerlaufende Leitung. Für den Fall unkompen-

sierter Leitungen mit kapazitiven Spannungswandlern wird eine nur sehr langsam sich ändernde Ladung auf der Leitung zurückgelassen. Um bei der Schnellwiedereinschaltung nicht bei Gegenpolarität von Speisespannung und Ladung zu schalten, werden nun bei dem bekannten Verfahren die Polaritäten der Speisespannung und der auf der abgeschalteten Leitung verbliebenen Ladung erfasst und bei Polaritätsgleichheit wiedereingeschaltet. In parallel kompensierten Leitungen bildet die vorgeladene Leitungskapazität mit den Induktivitäten kompensierender Drosseln einen Schwingkreis. Dies bewirkt, dass die Spannung auf der Leitungsseite mit einer durch den Kompensationsgrad bestimmten Eigenfrequenz, die niedriger als die Frequenz der Speisespannung ist, schwingt. Dadurch ist ein Einschalten bei Gegenpolarität von Speise- und Leitungsspannung möglich. Bei einem solchen Einschalten entstehen dann am offenen Leitungsende unzulässig hohe Schaltüberspannungen.

Es ist Aufgabe der Erfindung ein Verfahren der gattungsgemässen Art sowie ein Gerät zur Durchführung dieses Verfahrens anzugeben, welche es ermöglichen, bei Vorhandensein von Wechselspannungen auf Speise- und Leitungsseite einzuschalten, ohne dass unzulässig hohe Schaltüberspannungen auftreten.

Die Aufgabe wird in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs gemäss den kennzeichnenden Merkmalen der Ansprüche 1 und 7 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Mit dem erfindungsgemässen Verfahren sowie dem zur Durchführung dieses Verfahrens vorgesehenen Gerät können Einschaltüberspannungen auf Werte begrenzt werden, welche die Verwendung von Einschaltwiderständen auch in verhältnismässig schwach kompensierten und/oder langen Leitungen entbehrlich machen. Am Leistungsschalter können daher zusätzliche Schaltstrecken für die Einschaltwiderstände

ebenso entfallen wie die notwendige Isolationskoordination zwischen der offenen Leistungsschaltstrecke und der parallel dazu angeordneten Schaltstrecke für die Einschaltwiderstände bei Blitzeinwirkung oder Schaltspannungsbeanspruchung. Eine kostspielige und komplizierte Mechanik für den zeitlich exakt zu staffelnden Bewegungsablauf der Kontakte der Leistungs- und der Widerstandschaltstrecken ist nun ebenso entbehrlich wie der Einsatz von verhältnismässig teurem und empfindlichem keramischem Material für die Einschaltwiderstände.

Nachstehend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung dargestellt.

Hierbei zeigt:

15 Fig. 1 ein Prinzipschaltbild einer dreiphasigen, von einem Leistungsschalter unterbrochenen und parallel kompensierten Leitung mit einem einen Pol des Leistungsschalters steuernden erfindungsgemässen Wiedereinschaltgerät,

20 Fig. 2 eine graphische Darstellung der in einem Phasenleiter der Leitung gemäss Fig. 1 wirkenden Leitungsspannung und einer über den Leistungsschalter auf die Leitung schaltbaren Speisespannung in Funktion der Zeit,

25 Fig. 3 eine graphische Darstellung von Leitungs- und Speisespannung ähnlich Fig. 2, aus welcher ersichtlich ist, bei welcher Bedingung Leitungs- und Speisespannung gleiche Polarität haben,

30 Fig. 4 eine Ausführungsform einer im erfindungsgemässen Wiedereinschaltgerät verwendeten Messschaltung, und

Fig. 5 eine Ausführungsform eines der Messschaltung gemäss Fig. 4 nachgeschalteten Rechenwerks des erfindungsgemässen Wiedereinschaltgerätes.

In Fig. 1 bezeichnen  $L_1$ ,  $L_2$  und  $L_3$  drei Phasenleiter in  
5 an beiden Enden abgeschalteten und z.B. über Drosseln  
 $D_1$ ,  $D_2$  und  $D_3$  parallel kompensierten Leitung L. Diese  
Drosseln können auch als dreiphasige Einheit ausgeführt  
sein. Das linke Ende der Leitung L ist über einen drei-  
poligen Leistungsschalter A mit einer dreiphasigen Span-  
10 nungsquelle S verbindbar. Beispielsweise kapazitiv wirkende  
Messwandler  $M_{S1}$ ,  $M_{S2}$ , und  $M_{S3}$  sowie  $M_{L1}$ ,  $M_{L2}$  und  $M_{L3}$  liefern  
den von den Phasen der Spannungsquelle S abgegebenen Speis-  
spannungen proportionale Signale  $E_{S1}$ ,  $E_{S2}$  und  $E_{S3}$  sowie  
den auf den Phasenleitern  $L_1$ ,  $L_2$  und  $L_3$  wirkenden Leiter-  
15 spannungen proportionale Signale  $E_{L1}$ ,  $E_{L2}$  und  $E_{L3}$ . Di-  
von den Messwandlern  $M_{S1}$  und  $M_{L1}$  abgegebenen Signale  $E_{S1}$   
und  $E_{L1}$  werden einem Wiedereinschaltgerät W zugeführt,  
dessen Ausgang an ein Erregerorgan B eines Pols 1 des  
Leistungsschalters A gelegt ist. Das Erregerorgan B wird  
20 durch Abgabe eines vom Gerät W erzeugten Wiedereinschalt-  
befehls aktiviert und bewirkt sodann das Wiedereinschalten  
des Pols 1 des Leistungsschalters A. Die Pole 2 und 3  
des Leistungsschalters A werden jeweils durch je ein weite-  
res nicht dargestelltes identisches Wiedereinschaltgerät  
25 gesteuert.

Die Spannungen auf der Leitung L schwingen nach dem in  
Fig. 1 dargestellten Öffnen des Leistungsschalters A  
mit einer dominierenden Frequenz, welche niedriger als  
die Frequenz der Speisespannung ist. Dies ist dadurch  
30 bedingt, dass die durch die Speisequelle S vorgeladene  
Kapazität der Leitung L mit den Drosseln  $D_1$ ,  $D_2$  und  $D_3$   
einen Schwingkreis bildet, welcher beim Öffnen des Lei-  
tungsschalters A mit einer durch die Drosseln  $D_1$ ,  $D_2$   
und  $D_3$  bedingten Eigenfrequenz schwingt. Um nun zu ver-  
35 meiden, dass der Leistungsschalter A bei Gegenpolarität  
von Speise- und Leitungsspannung schaltet, werden erfin-  
dungsgemäss Verfahrensschritte angegeben, welche eine

Wiedereinschaltung bei gleicher Polarität von Speise und Leitungsspannung stets mit grosser Sicherheit ermöglichen. Dies wird anhand der Figuren 2 und 3 erläutert.

- Um ein gesteuertes Wiedereinschalten zu ermöglichen, ist es zunächst notwendig, Leitungs- und Speisespannung pro Phase fortlaufend zu messen. In Fig. 2 sind der zeitliche Verlauf der (durchgezogen gezeichneten) Leitungsspannung und der (gestrichelt gezeichneten) höherfrequenten Speisespannung einer Phase dargestellt. In dieser Figur bedeutet  $T_0$  den Referenzpunkt, von dem aus der Zeitpunkt für eine Wiedereinschaltung bestimmt wird. Der Punkt  $T_0$  ist durch einen Nulldurchgang der Leitungsspannung festgelegt.  $T_L$  und  $T_S$  bedeuten die zuvor durch Nulldurchgangsmessungen ermittelten Periodendauern von Leitungs- und Speisespannung. Zusätzlich ist noch die Zeit  $\Delta T$  angegeben, die vom ersten Nulldurchgang der Leitungsspannung zum Zeitpunkt  $T_0$  bis zu demjenigen Nulldurchgang der Speisespannung vergeht, ab dem die Speisespannung gleiche Polarität aufweist wie die Leitungsspannung in der Halbperiode die  $T_0$  folgt.
- Die Speisespannung hat für alle Zeitpunkte  $T_n - T_0 = \Delta T + m T_S$  eine Halbwelle gleicher Polarität wie die Leitungsspannung für die folgende Wiedereinschaltbedingung gilt:

$$|nT_L - (\Delta T + mT_S)| \leq \frac{(T_L - T_S)}{2},$$

- wobei  $n, m = 1, 2, 3, \dots$

Der Grund hierfür ist folgender:

- Da die Leitungsspannung zur Zeit  $T_0$  mit der gleichen Polarität zu schwingen beginnt wie die Speisespannung zum Zeitpunkt  $T_0 + \Delta T$ , schwingen beide nach  $nT_L$  bzw.  $mT_S$  mit der gleichen Polarität. Daher haben sie in der Halbperiode unmittelbar vor dem Nulldurchgang zur Zeit  $T_0 + nT_L$

- bzw.  $T_0 + mT_S + \Delta T$  gleiche Polarität, wenn  $nT_L \gg mT_S + \Delta T$ . Dies ist aus Fig. 3 ersichtlich. Ist  $nT_L \leq \Delta T + mT_S$  und die Wiedereinschaltbedingung erfüllt, dann haben Speis- und Leitungsspannung gleiche Polarität in der dem Zeitpunkt  $T_0 + \Delta T + mT_S$  folgenden Halbperiode der Speisespannung. Die vorgenannte Bedingung sichert dann, dass die höherfrequente Halbwelle der Speisespannung ganz in einer niederfrequenten Halbwelle gleicher Polarität der Leitungsspannung enthalten ist, so dass ein Wiedereinschalten bei gleicher Polarität von Leitungs- und Speisespannung gewährleistet ist.

- Ein Leistungsschalter besitzt jedoch eine mechanische Eigenzeit, die zudem statistisch streut. Es sei fortan mit  $T_{\text{mech}}$  der Mittelwert der mechanischen Eigenzeit eines Schalterpols bezeichnet. Für einen mechanischen Leistungsschalter muss die vorgenannte Wiedereinschaltbedingung noch um die Bedingung

$$(\Delta T + mT_S) > T_{\text{mech}} + \frac{T_S}{4}$$

- ergänzt werden, wobei vorausgesetzt ist, dass die Eigenzeit  $T_{\text{el}}$  eines hierbei verwendeten elektronischen Wiedereinschaltgeräts vernachlässigbar ist gegenüber den mechanischen Eigenzeiten des Schalters und den Periodendauern  $T_L$  und  $T_S$ .

- Für jedes Paar  $m, n$  für das die beiden vorstehenden Bedingungen erfüllt sind, bestimmt sich die Zeit da der EIN-Befehl an den Leistungsschalter gegeben wird dann aus

$$t_E = T_0 + (\Delta T + mT_S) - (T_{\text{mech}} + \frac{T_S}{4}), \text{ für } nT_L \gg \Delta T + mT_S$$

$$t_E = T_0 + (\Delta T + mT_S) - T_{\text{mech}} + \frac{T_S}{4}, \text{ für } nT_L \leq \Delta T + mT_S.$$

- Bei Berücksichtigung der Eigenzeit  $T_{\text{el}}$  des Wiedereinschaltgerätes bestimmt sich diese Zeit dann aus

$$t'_E = T_0 + (\Delta T + mT_S) - (T_{\text{mech}} + \frac{T_S}{4}) - T_{\text{el}}, \text{ für } nT_L \gg \Delta T + mT_S$$

$$t'_E = T_0 + (\Delta T + mT_S) - T_{\text{mech}} + \frac{T_S}{4} - T_{\text{el}}, \text{ für } nT_L \leq \Delta T + mT_S.$$

- Wird ein EIN-Befehl zur Zeit  $t_E$  gegeben, so liegt der Mittelwert der Einschaltzeitpunkte im Spannungsmaximum der Speisespannung. Da die Leitungsspannung dann gleiche Polarität hat, ist die Spannungsdifferenz über dem Schalter beim Einschalten sehr klein (siehe Fig. 3).

- Das erfindungsgemäss gesteuerte Wiedereinschalten kann beispielsweise mit einem Mikrorechner mit programmierter Suchschleife durchgeführt werden. Der Index  $m$  wird hierbei bei jedem Durchlaufen der Schleife um 1 erhöht und bei jedem Durchlauf wird die Wiedereinschaltbedingung abgefragt. Wird  $(mT_S + \Delta T) \gg nT_L$  ohne dass die Wiedereinschaltbedingung erfüllt ist, so wird  $n$  um eins erhöht und die  $m$ -Schleife wieder durchlaufen bis die Wiedereinschaltbedingung erfüllt ist.

- Die mechanische Eigenzeit des Leistungsschalters berücksichtigende Bedingung kann bereits durch die Anfangsbedingung erfüllt sein. Statt mit  $n = 1$  wird mit  $n = n_{\text{min}}$  begonnen, wobei  $n_{\text{min}}$  die kleinste ganze Zahl ist, für die gilt

$$n_{\text{min}}T_L > T_{\text{mech}} + \frac{T_S}{4}.$$

- Die Wiedereinschaltbedingung kann aber auch durch zwei Zähler verwirklicht werden. Ein Zähler zählt um  $T_S$  weiter und ist

$$mT_S > nT_L$$

wird im zweiten Zähler um  $T_L$  weitergezählt. Der Zählerstand kann kontinuierlich auf die Wiedereinschaltbedingung ab-



gefragt werden. Um den Suchvorgang zu beschleunigen, können  $T_S$  und  $T_L$  um einen konstanten gemeinsamen Faktor verkleinert werden. Damit können die Perioden schneller weitergezählt werden.

- 5 In den Figuren 4 und 5 ist eine das erfindungsgemässe Verfahren ausführende Schaltungsanordnung in detaillierter Form angegeben. Hierbei sind in der Fig. 4 eine die Perio-  
dendauern  $T_L$  und  $T_S$  von Leitungsspannung und Speisespan-  
nung sowie die Zeit  $\Delta T$  ermittelnde Messschaltung und  
10 in Fig. 5 ein der Messschaltung nachgeschaltetes in Ana-  
logtechnik ausgeführtes Rechenwerk dargestellt, welches  
aus den in der Messschaltung ermittelten Grössen unter  
Berücksichtigung der Wiedereinschaltbedingung sowie der  
Eigenzeiten  $T_{mech}$  und  $T_{el}$  den Wiedereinschaltzeitpunkt  $t_c$   
15 bestimmt.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Messschaltung bezeichnen  
 $F_L$  und  $F_S$  Tiefpassfilter, die jeweils einem Signalwandler  
 $W_L$  bzw.  $W_S$  vorgeschaltet sind. Der Ausgang des Signal-  
wandlers  $W_L$  ist einerseits über einen Inverter  $I_L$  und  
20 eine diesem Inverter nachgeschaltete Diode an einen von  
zwei Eingängen eines UND-Gliedes  $G_{LN}$ , dessen Ausgang auf  
einen steuerbaren Speicher  $SP_{LN}$  wirkt, sowie an einen  
von zwei Eingängen eines einem Schieberegister  $SR_L$  vor-  
geschalteten ODER-Gliedes geführt und andererseits über  
25 eine weitere Diode an einen von zwei Eingängen eines w i-  
teren UND-Gliedes  $G_{LP}$ , dessen Ausgang auf einen steuerbaren  
Speicher  $SP_{LP}$  wirkt sowie an den zweiten Eingang des dem  
Schieberegister  $SR_L$  vorgeschalteten ODER-Gliedes. Der  
Ausgang des Signalwandlers  $W_S$  ist einerseits über einen  
30 Inverter  $I_S$  und eine diesem Inverter nachgeschaltete Diode  
an einen von zwei Eingängen eines UND-Gliedes  $G_{VN}$ , dessen  
Ausgang auf einen steuerbaren Speicher  $SP_{SN}$  wirkt, sowie  
an einen v n zwei Eingängen eines einem Schieberegister  
 $SR_S$  vorgeschalteten ODER-Gliedes geführt und andererseits  
35 über eine weitere Diod an einen von zwei Eingängen eines  
UND-Gliedes  $G_{VP}$ , dessen Ausgang auf einen steuerbaren

SP<sub>Sp</sub> wirkt, und den anderen Eingang des dem Schieberegister SR<sub>S</sub> vorgeschalteten ODER-Gliedes. Zwischen dem dem Schieberegister SR<sub>S</sub> vorgeschalteten ODER-Glied und dem Schieberegister SR<sub>S</sub> befindet sich ein UND-Glied, auf dessen einen  
5 Eingang der Ausgang eines den steuerbaren Speichern SP<sub>SN</sub> und SP<sub>Sp</sub> nachgeschalteten ODER-Gliedes wirkt, dessen Ausgang auch auf den Eingang eines steuerbaren Integrators für die Periodendauer T<sub>S</sub> geschaltet ist. Die Ausgänge der steuerbaren Speicher SP<sub>LN</sub> und SP<sub>LP</sub> sind jeweils an  
10 einen von zwei Eingängen eines ODER-Gliedes, dessen Ausgang auf die Eingänge von steuerbaren Integratoren für die Periodendauer T<sub>L</sub>, die elektronische Eigenzeit T<sub>el</sub> und die Zeitspanne ΔT wirkt, geführt. Der Ausgang SP<sub>LN</sub> ist darüber hinaus auch an einen invertierenden Eingang des  
15 UND-Gliedes G<sub>LP</sub> sowie einen Eingang des UND-Gliedes G<sub>VN</sub> gelegt, der Ausgang von SP<sub>LP</sub> zusätzlich an einen invertierenden Eingang des UND-Gliedes G<sub>LN</sub> und einen Eingang des UND-Gliedes G<sub>Vp</sub>. Die Ausgänge der Schieberegister SR<sub>L</sub> und SR<sub>S</sub> wirken auf ein die Abgabe des Startbefehls  
20 St für das nachgeschaltete Rechenwerk bedingendes UND-Glied G<sub>St</sub> sowie die steuerbaren Integratoren für T<sub>L</sub> und T<sub>S</sub>.

Das Messteil wird erst aktiviert, wenn vom Wiedereinschaltgerät ein Einschaltbefehl EIN abgegeben wird, der nicht bezeichnete Schalttransistoren durchschaltet. Dadurch  
25 gelangen die Spannungen E<sub>L1</sub> und E<sub>S1</sub>, die von den Messwandlern M<sub>L1</sub> und M<sub>S1</sub> kommen, in das Gerät. Die Spannungen werden in den Wandlern W<sub>L</sub> und W<sub>S</sub> in "Nadelimpulse" umgewandelt, die sehr genau die Spannungs nulldurchgänge angeben. Die Inverter I<sub>L</sub> bzw. I<sub>S</sub> sorgen dafür, dass auch  
30 die negativen Impulse positives Vorzeichen erhalten. Die Dioden sorgen dafür, dass im Kanal für negatives Vorzeichen nur jene Impulse durchkommen, die zum negativen Vorzeichen der Schwingung gehören, und im Kanal für positives Vorzeichen nur jene Impulse, die zum positiven Vorzeichen  
35 der Schwingung gehören. Kommt nun ein Impuls der Leitungsspannung mit negativem Vorzeichen durch, so sind beide

Eingänge des UND-Gliedes  $G_{LN}$  aktiviert und der Ausgang von  $G_{LN}$  ist Eingang des steuerbaren Speichers  $SP_{LN}$  und gleichzeitig Steuereingang für den Betriebszustand "Folgen". Der Ausgang des Speichers  $SP_{LN}$  ist daher ebenfalls aktiviert und steuert  $SP_{LN}$  in den Zustand "Halten", d.h. er bleibt aktiviert. Der invertierende Eingang von  $G_{LP}$  steht damit auf Null und hält daher für den Rest der Messung den Ausgang des Speichers  $SP_{LP}$  auf Null. Daher bleibt auch ein Eingang von  $G_{VP}$  auf Null, so dass  $G_{VP}$  blockiert.

5 Nun kann ein Integrator für die Messung von  $T_S$  über den negativen Kanal der Speisespannung aktiviert werden. Dies erst nach dem ersten Nulldurchgang der Leitungsspannung, denn vorher ist ein Eingang von  $G_{VN}$  auf Null. Der erste Nulldurchgang der Leitungsspannung startet die Integratoren

10 für  $T_L$ ,  $\Delta T$  und  $T_{e1}$ .

Die Impulse der Leitungsspannung takten das Schieberegister  $SR_L$ . Ist der erste Wert um 3 Stellen im Schieberegister weitergeschoben worden, so sind 3 Spannungsnulldurchgänge gezählt worden und der Ausgang der 3. Stelle

20 des Schieberegisters wird aktiviert. Damit wird der Integrator für  $T_L$  in den Zustand "Halten" gesteuert und an seinem Ausgang steht  $T_L$  zur Verfügung.

Sobald auch von der Speisespannung ein negativer Impuls zur Verfügung steht, wird der Ausgang von  $G_{VN}$  aktiviert

25 und damit auch der Ausgang des steuerbaren Speichers  $SP_{SN}$ . Damit wird der Integrator für  $T_S$  gestartet und gleichzeitig der Integrator für  $\Delta T$  in den Zustand "Halten" gesteuert, womit an seinem Ausgang  $\Delta T$  zur Verfügung steht. Ebenso wird der Weg zum Schieberegister  $SR_S$  freigegeben. Sobald

30 im Schieberegister  $SR_S$  der anstehende Wert ebenfalls um 3 Stellen weitergeschoben ist und am 3. Ausgang erscheint, wird der Integrator für  $T_S$  in den Zustand "Halten" gesteuert, womit an seinem Ausgang  $T_S$  ansteht.

Ist die Messung der Periodendauer sowohl der Leitungs- als auch der Speiseschwingung beendet so sind beide Eingänge des UND-Gliedes  $G_{St}$  aktiviert und der Befehl  $St$  zum Starten des nachgeschalteten Rechenwerkes wird abge-  
5 geben.

Das in Fig. 5 dargestellte Rechenwerk weist zwei Impulserzeuger  $C_L$  bzw.  $C_S$  auf, deren Ausgänge jeweils über Schalttransistoren an einen ersten von zwei Eingängen von UND-Gliedern  $G_K$  bzw.  $G_S$  gelegt sind.

- 10 Der Ausgang von  $G_K$  wirkt auf einen ersten Eingang eines Addierwerk  $R_L$  vorgeschalteten ODER-Gliedes  $T_K$ . Das Addierwerk  $R_L$  enthält ein Schieberegister  $SR_{LR}$  mit Speicherfunktion sowie einen Summierer  $S_L$  mit einer der Anzahl von Ausgängen des Schieberegisters  $SR_{LR}$  entsprechenden  
15 Anzahl von Eingängen. Die Ausgänge des Schieberegisters steuern jeweils einen Schalttransistor  $A_{L1}, A_{L2}, \dots A_{LN}$ , welcher zwischen einem Eingang des Summierers  $S_L$  und einem mit dem Signal der Periodendauer  $T_L$  beaufschlagten Verzweigungspunkt liegt. Die Ausgänge des Schieberegisters  
20  $SR_{LR}$  sind hierbei den Eingängen des Summierers  $S_L$  derart zugeordnet, dass bei Aktivierung des Schieberegisters  $SR_{LR}$  die Eingänge des Summierers  $S_L$  sukzessive angesteuert werden. Der Ausgang des Summierers  $S_L$  wirkt einerseits auf einen ersten Eingang eines Vergleichsgliedes  $V$  und  
25 andererseits auf einen ersten Eingang eines Komparators  $K_0$ , an dessen zweitem Eingang beständig ein die mechanische Eigenzeit des Leistungsschalters  $A$  berücksichtigendes Signal  $T_{mech} + \frac{T_S}{4}$  anliegt, und dessen Ausgang mit dem zweiten Eingang von  $G_K$  verbunden ist.
- 30 Der Ausgang von  $G_S$  wirkt auf ein Register  $R_S$ . Dieses Register enthält ein Schieberegister  $SR_{SR}$  mit Speicherfunktion sowie einen Summierer  $S_S$  mit einer der Anzahl von Ausgängen des Schieberegisters  $SR_{SR}$  entsprechenden Anzahl von Eingängen. Die Ausgänge des Schieberegisters  $SR_{SR}$

steuern jeweils einen Schalttransistor  $A_{S1}, A_{S2}, \dots A_{SM}$ , welcher zwischen einem Eingang des Summierers  $S_S$  und einem mit dem Signal der Periodendauer  $T_S$  beaufschlagten Verzweigungspunkt liegt. Die Ausgänge des Schieberegisters  $SR_{SR}$  sind entsprechend den Ausgängen des Schieberegisters  $SR_{LR}$  den Eingängen des Summierers  $S_S$  zugeordnet. Der Ausgang des Summierers  $S_S$  wirkt auf einen ersten Eingang eines dem Vergleichsglied  $V$  vorgeschalteten Summierers  $S_D$ , dessen zweiter Eingang mit einem die Zeitspanne  $\Delta T$  enthaltend  $n$  Signal beaufschlagt ist, und dessen Ausgang einerseits über einen Schaltthyristor  $A_S$  einen ersten Eingang eines Summierers  $S_V$  wirkt und andererseits auf einen zweiten Eingang des Vergleichsgliedes  $V$ .

Das Vergleichsglied weist einen dritten Eingang auf, an dem ein durch einen Summierer  $S_A$  und ein nachgeschaltetes Koeffizientenpotentiometer gebildetes Signal  $\frac{T_L - T_S}{2}$  anliegt. Ein erster Ausgang des Vergleichsgliedes  $V$  wirkt auf einen ersten Eingang eines ODER-Gliedes  $T_R$  sowie den zweiten Eingang von  $T_K$ , ein zweiter Ausgang auf einen zweiten Eingang von  $T_R$  sowie den zweiten Eingang von  $G_S$ , ein dritter Ausgang auf einen Schalter  $A_{SP}$  und ein vierter Ausgang auf ein Schalter  $A_{SN}$ . Der Ausgang von  $T_R$  wirkt einerseits auf den Schalter  $A_S$  und andererseits auf einen Integrator  $I_A$ , dessen Ausgang mit einem ersten beid  $r$  Eingänge eines Komparators  $K_A$  verbunden ist. Der Ausgang des Komparators  $K_A$  beaufschlagt über einen Verstärker des Erregerorgan  $B$  des Leistungsschalters.

Das Vergleichsglied  $V$  weist zwei Summierer  $S_P$  und  $S_M$  auf. Erste Eingänge dieser Summierer sind mit dem Ausgang des Addierwerks  $R_L$  verbunden, wobei am ersten Eingang des Summierers  $S_P$  das vom Addierwerk  $R_L$  kommende Signal negativ gemacht wird. Zweite Eingänge der Summierer  $S_P$  und  $S_M$  sind mit dem Ausgang des Summierers  $S_D$  verbunden. Hierb  $i$  wird das vom zweiten Eingang des Summierers  $S_M$  aufgenommene Signal negativ  $g$  macht. Die Ausgänge der Summierer  $S_P$

und  $S_M$  wirken auf erste Eingänge zweier Komparatoren  $K_P$  und  $K_M$ , an deren zweiten Eingängen das Signal  $\frac{(T_L - T_S)}{2}$  anliegt, und deren Ausgänge auf die Eingänge von  $T_R$  wirken.

Sobald die Messschaltung das Startsignal  $St$  erzeugt, schalten bei diesem Rechenwerk die zwischen den Impulsgeneratoren  $C_L$  und  $C_S$  und den UND-Gliedern  $G_L$  und  $G_K$  befindliche Schalttransistoren sowie weitere den Summierern  $S_A$  und  $S_D$  vorgeschaltete Transistoren durch. Das Signal  $T_L$  steht nun an den Schalttransistoren  $A_{L1}, \dots, A_{LN}$  des Summierers  $S_L$  an, das Signal  $T_S$  entsprechend an den Schalttransistoren  $A_{S1}, \dots, A_{SM}$  des Summierers  $S_S$ . Solange keiner dieser Transistoren durchgeschaltet hat, ist der Ausgang des Summierers  $S_L$  Null und der Ausgang des Komparators  $K_D$  bleibt aktiviert. Bei jedem Impuls aus dem Impulsgenerator  $C_L$  wird  $G_K$  daher solange aktiviert bleiben, solange das Signal am Ausgang von  $S_L$  kleiner  $T_{mech} + \frac{T_S}{4}$  ist, d.h. das Schieberegister  $SR_{LR}$  wird getaktet und schaltet mit jedem Taktimpuls den jeweils nächsten der Schalttransistor  $A_{Li}$ , wobei  $i = 1, \dots, N$  durch und legt so an einen neuen Eingang des Summierers  $S_L$  das Signal  $T_L$ . Sobald der Ausgang des Summierers  $S_L$  grösser als  $T_{mech} + \frac{T_S}{4}$  ist, geht der Ausgang des Komparators  $K_D$  auf Null und damit blockiert  $G_K$ . Das Schieberegister  $SR_{LR}$  kann vom Impulsgenerator nicht mehr getaktet werden. Am Ausgang des Summierers  $S_L$  steht  $n_{min} T_L > T_{mech} + \frac{T_S}{4}$ . Der invertierende Eingang von  $G_S$  ist aktiviert, d.h.  $G_S$  blockiert nicht mehr. Am Ausgang des Summierers  $S_M$  steht das Signal  $(n_{min} \cdot T_L - \Delta T)$  an, welches grösser als das Signal  $(T_L - T_S)/2$  ist. Der Ausgang des Komparators  $K_M$  ist daher aktiviert und der Ausgang des Komparators  $K_P$  blockiert. Das invertierende ODER-Glied  $T_R$  ist blockiert.

Bei aktiviertem  $K_M$  ist  $G_S$  in der Lage jeden Impuls aus dem Impulsgenerator  $I_S$  durchzulassen. Ueber das Schieberegister  $SR_{SR}$ , das durch diese Impulse getaktet wird,

wird jeweils an einen neuen Eingang des Summierers  $S_L$  das Signal  $T_S$  gelegt. Am Ausgang von  $S_S$  erscheint nun das Signal  $mT_S$ . Wird  $mT_S + \Delta T > nT_L$ , so wird der Ausgang des Summierers  $S_M$  negativ und der Ausgang von  $K_M$  geht auf Null und blockiert  $G_S$ . Ist zudem  $(mT_S + \Delta T) - nT_L > (T_L - T_S)/2$ , so wird  $K_P$  aktiviert. Dadurch wird das zum Summierer  $S_L$  gehörige Schieberegister  $SR_{LR}$  getaktet und  $nT_L$  um  $T_L$  erhöht. Am Ausgang von  $S_L$  erscheint  $(n+1)T_L$ . Damit wird der Ausgang von  $S_M$  wieder positiv.  $K_M$  wird wieder aktiviert und das Schieberegister  $SR_{SR}$  für den Summierer  $S_S$  kann weiter getaktet werden.

Ist  $|(mT_S + \Delta T) - nT_L| \leq (T_L - T_S)/2$ , so sind beide Komparatoren  $K_P$  und  $K_M$  auf Null und  $T_R$  wird aktiviert. Eine weitere Taktung der Schieberegister  $SR_{LR}$ ,  $SR_{SR}$  ist nicht mehr möglich. Der von  $T_R$  angesteuerte Schalttransistor  $A_S$  schaltet den Wert  $mT_S + \Delta T$  am Ausgang des Summierers  $S_D$  an den Summierer  $S_V$ .

$T_R$  steuert einen Integrator für  $T_{el}$  in den Zustand "Halten" und startet den Integrator  $I_A$ . Am Ausgang des Summierers  $S_V$  erscheint der Einschaltzeitpunkt  $t'_E = (mT_S + \Delta T) - (T_{mech} + \frac{T_S}{4}) - T_{el}$  oder  $t'_E = (mT_S + \Delta T) - T_{mech} + \frac{T_S}{4} - T_{el}$ . Sobald diese Zeit vergangen ist (Integrator  $I_A$  hat diesen Wert erreicht) wird der Komparator  $K_A$  aktiviert und über einen Verstärker wird das Erregerorgan B des Leistungsschalters A angesteuert. Mit dem bei Abgabe des Einschaltbefehls an das Erregerorgan B auftretenden Befehl  $T_E$  werden sämtliche Elemente und Speicher zurückgesetzt und das Gerät steht für die nächste Schnellwiedereinschaltung bereit.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Ermittlung des Zeitpunktes der Wiederein-  
schaltung eines Leistungsschalters (A) auf eine beim  
Wiedereinschalten mit einer Speisespannung beaufschlag-  
ten Leitung (L), bei dem die Polarität der Speisespannung  
5 und die Polarität einer beim zuvor erfolgten Ausschalten  
des Leistungsschalters (A) auf der Leitung (L) verblie-  
benen Ladung erfasst und bei der Ermittlung des Wieder-  
einschaltzeitpunktes berücksichtigt werden, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Periodendauern  $T_L$  und  $T_S$  von  
10 Leitungs- und Speisespannung und die Zeitverschiebung  
 $\Delta T$  zwischen aufeinanderfolgenden Nulldurchgängen von  
Leitungs- und Speisespannung bei gleichen Polaritäten  
dieser Spannungen bestimmt werden, und dass mit den  
solchermassen Grössen eine Wiedereinschaltbedingung  
15 gemäss dem Algorithmus

$$|nT_L - (\Delta T + mT_S)| \leq (T_L - T_S)/2$$

- durch systematisches Abfragen mit natürlichen Zahlen  
m und n überprüft und nach Erfüllung der Wiedereinschalt-  
bedingung der Zeitpunkt ( $t_E$ ) der Wiedereinschaltung  
20 ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass bei der Ueberprüfung der Wiedereinschaltbedingung  
für eine parallel kompensierte Leitung (L) mit einer  
die Periodendauer  $T_S$  der Speisespannung übertreffen-  
25 den Periodendauer  $T_L$  der Leitungsspannung nach Ermittlung  
der Nulldurchgänge von Leitungs- und Speisespannung bei  
gleichen Polaritäten dieser Spannung zunächst m beginnend  
mit eins fortlaufend um eins erhöht und nach jeder



Erhöhung die Wiedereinschaltbedingung abgefragt wird,  
und dass bei Erfüllen einer Zusatzbedingung gemäss  
dem Algorithmus

$$(mT_S + \Delta T) > nT_L ,$$

- 5 ohne dass die Wiedereinschaltbedingung erfüllt ist,  
n um eins erhöht wird und die Wiedereinschaltbedingung  
unter Berücksichtigung der Zusatzbedingung durch ent-  
sprechendes Abfragen mit jeweils um eins erhöhtem m  
überprüft wird.
- 10 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,  
dass die kleinste natürliche Zahl  $n_{\min}$  mit der die  
Ueberprüfung der Wiedereinschaltbedingung eingeleitet  
wird, durch die Bedingung

$$n_{\min} T_L > T_{\text{mech}} + \frac{T_S}{4}$$

- 15 festgelegt ist, wobei  $T_{\text{mech}}$  die mechanische Eigenzeit  
des Leistungsschalters (A) bedeutet.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,  
dass die kleinste natürliche Zahl  $n_{\min}$ , mit der die  
Ueberprüfung der Wiedereinschaltbedingung eingeleitet  
20 wird, durch die Bedingung

$$n_{\min} T_L > T_{\text{mech}} + \frac{T_S}{4} + T_{\text{el}},$$

festgelegt ist, wobei

$T_{\text{mech}}$  die mechanische Eigenzeit des Leistungsschalters (A)  
und

- 25  $T_{\text{el}}$  die elektronische Eigenzeit des hierbei verwendeten  
Wiedereinschaltgerätes (W) bedeuten.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass bei der Ueberprüfung der Wiedereinschaltbedingung  
für eine parallel kompensierte Leitung (L) mit einer  
die Periodendauer der Speisespannung übertreffenden  
5 Periodendauer der Leitungsspannung nach Ermittlung  
der Nulldurchgänge von Leitungs- und Speisespannung  
bei gleicher Polarität dieser Spannungen zunächst m  
beginnend mit eins in einem ersten Zähler fortlaufend  
um eins erhöht und nach jeder Erhöhung die Wiederein-  
10 schaltbedingung abgefragt wird, und dass bei Erfüllen  
einer Zusatzbedingung gemäss dem Algorithmus

$$mT_S > nT_L ,$$

- ohne dass die Wiedereinschaltbedingung erfüllt ist,  
n in einem zweiten Zähler um eins erhöht wird und die  
15 Wiedereinschaltbedingung unter Berücksichtigung der  
Zusatzbedingung durch entsprechendes Abfragen mit jeweils  
um eins erhöhtem m überprüft wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Periodendauern  $T_L$  und  $T_S$  von Leitungs- und  
20 Speisespannung um einen konstanten beiden Periodendauern  
 $T_L$  und  $T_S$  gemeinsamen Faktor verkleinert werden.

7. Wiedereinschaltgerät zur Durchführung des Verfahrens  
nach Anspruch 1 gekennzeichnet durch eine die Perioden-  
dauern ( $T_L$  und  $T_S$ ) sowie die Zeitverschiebung ( $\Delta T$ )  
25 erfassende Messschaltung ein der Messschaltung nachge-  
schaltetes Rechenwerk, in welchem die Wiedereinschalt-  
bedingung überprüft und der Wiedereinschaltzeitpunkt  
( $t_E$ ) ermittelt wird.

8. Wiedereinschaltgerät nach Anspruch 7, dadurch gekenn-  
30 zeichnet, dass das Rechenwerk ein die Ueberprüfung  
der Wiedereinschaltbedingung ausführendes Vergleichs-

- glied (V) mit mindestens drei Eingängen aufweist, von denen ein erster Eingang mit dem Ausgang eines das Signal  $nT_L$  bildenden getakteten ersten Addierwerkes ( $R_L$ ), ein zweiter Eingang mit dem Ausgang eines das Signal  $mT_S$  bildenden getakteten zweiten Addierwerkes ( $R_S$ ) und ein dritter Eingang mit dem Ausgang eines das Signal  $(T_L - T_S)/2$  bildenden Summier- und Multiplizierwerkes (Summierer  $S_A$ ) in Wirkverbindung steht.
- 5
9. Wiedereinschaltgerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eines der Addierwerke ( $R_L$ ,  $R_S$ ) ein getaktetes Schieberegister ( $SR_{LR}$ ,  $SR_{SR}$ ) und einen Summierer ( $S_L$ ,  $S_R$ ) enthält, dessen Eingänge j -
- 10
- weils über einen steuerbaren Schalter (z.B. Transistorschalter  $A_{LN}$ ) stets mit dem gleichen Signal (z.B.  $T_L$ ) beaufschlagbar sind, und dass jeder dieser Schalter (z.B.  $A_{LN}$ ) von jeweils einem Ausgang des Schieberegisters ( $SR_{LR}$ ,  $SR_{SR}$ ) derart gesteuert wird, dass mit jedem Taktimpuls des Schieberegisters ( $SR_{LR}$ ,  $SR_{SR}$ ) dieses Signal (z.B.  $T_L$ ) an den nächstfolgenden Eingang des Summierers ( $S_L$ ,  $S_R$ ) geschaltet wird.
- 15
- 20
10. Wiedereinschaltgerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Eingang des Vergleichsgliedes (V) mit einem negativen Eingang eines ersten Summierers ( $S_P$ ) und einem positiven Eingang eines zweiten Summierers ( $S_M$ ) und der zweite Eingang des Vergleichsgliedes (V) mit einem positiven Eingang des ersten Summierers ( $S_P$ ) und einem negativen Eingang des zweiten Summierers ( $S_M$ ) verbunden sind, und dass der dritte Eingang des Vergleichsgliedes (V) auf negativen Eingängen zweier
- 25
- 30
- Komparatoren ( $K_P$  und  $K_M$ ) wirkt, bei denen der positive Eingang eines ersten Komparators ( $K_P$ ) mit dem Ausgang des ersten Summierers ( $S_P$ ) und der positive Eingang des zweiten Komparators ( $K_M$ ) mit dem Ausgang des zweiten Summierers ( $S_M$ ) verbunden ist, und bei denen der Ausgang

- des ersten Komparators ( $K_M$ ) auf einen Eingang des erst n Addierwerks ( $R_L$ ) und der Ausgang des zweiten Komparators ( $K_M$ ) auf einen Eingang des zweiten Addierwerkes ( $R_S$ ) wirken und beide Ausgänge mit einem den Wiedereinschaltzeitpunkt ( $t_E$ ) bestimmenden Zeitglied (Integrator  $I_A$ , Komparator  $K_A$ ) und einem die Berechnung des Wiedereinschaltzeitpunktes ( $t_E$ ) steuernden Schalters ( $A_S$ ) in Wirkverbindung stehen.
- 5
11. Wiedereinschaltgerät nach einem der Ansprüche 8 bis 10, -
- 10 dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgang des ersten Addierwerkes ( $R_L$ ) am Eingang eines weiteren Vergleichsgliedes (Komparator  $K_0$ ) liegt, welches ein das erste Addierwerk ( $R_L$ ) blockierendes Signal abgibt, sobald am Ausgang des ersten Addierwerkes ( $R_L$ ) ein Signal  $nT_L$
- 15 erscheint, das grösser als das Signal  $T_{mech} + T_S/4$  ist, wobei  $T_{mech}$  die mechanische Eigenzeit des Leistungsschalters (A) bedeutet.

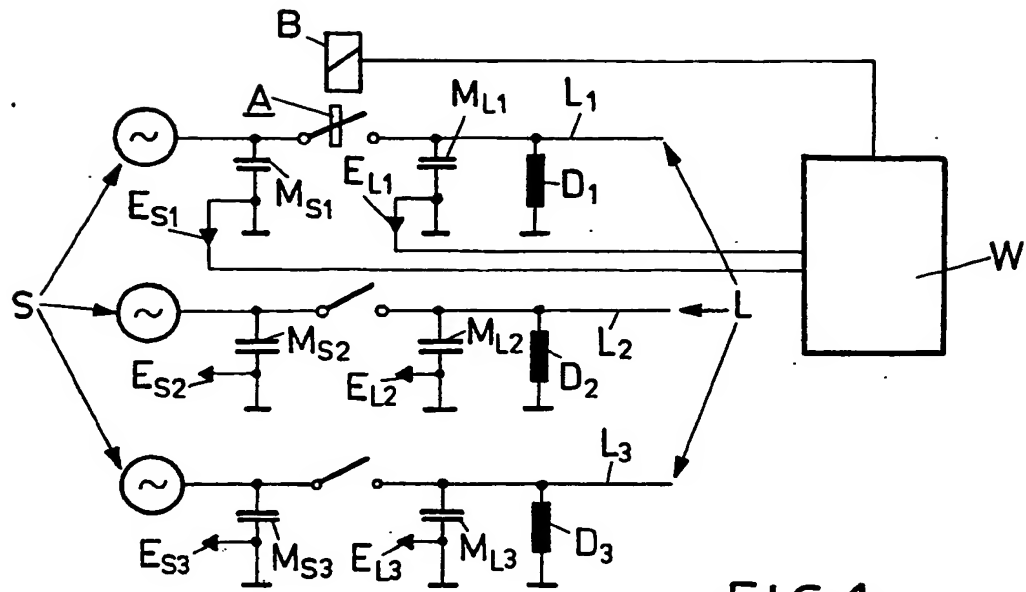


FIG.1

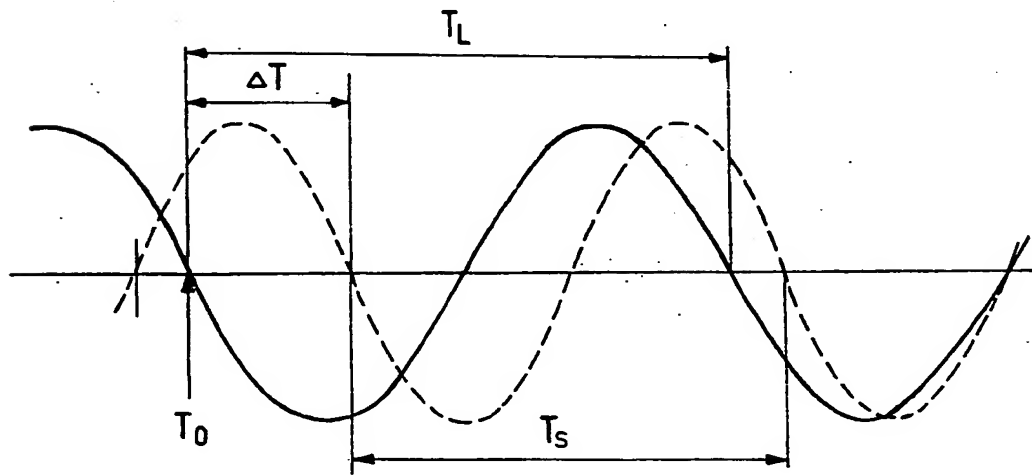


FIG.2

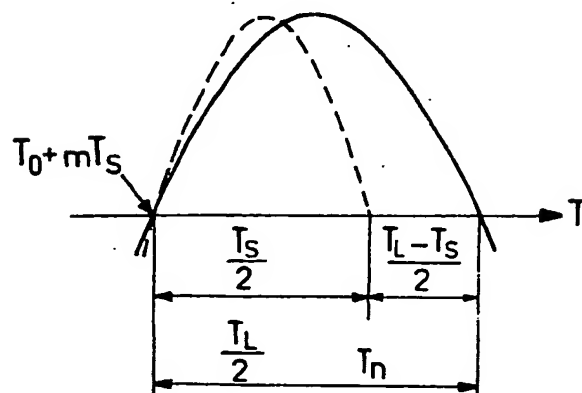


FIG.3

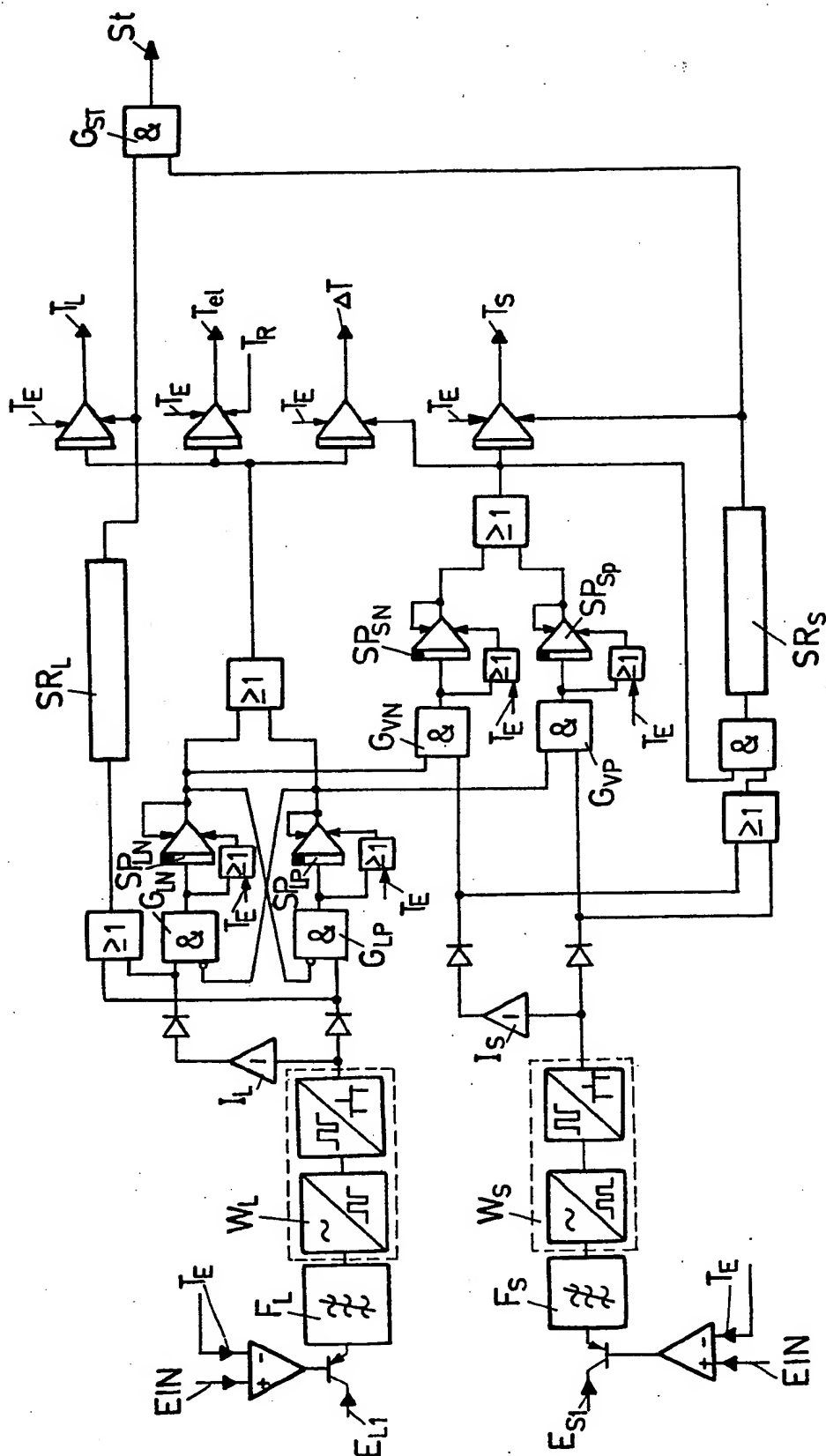
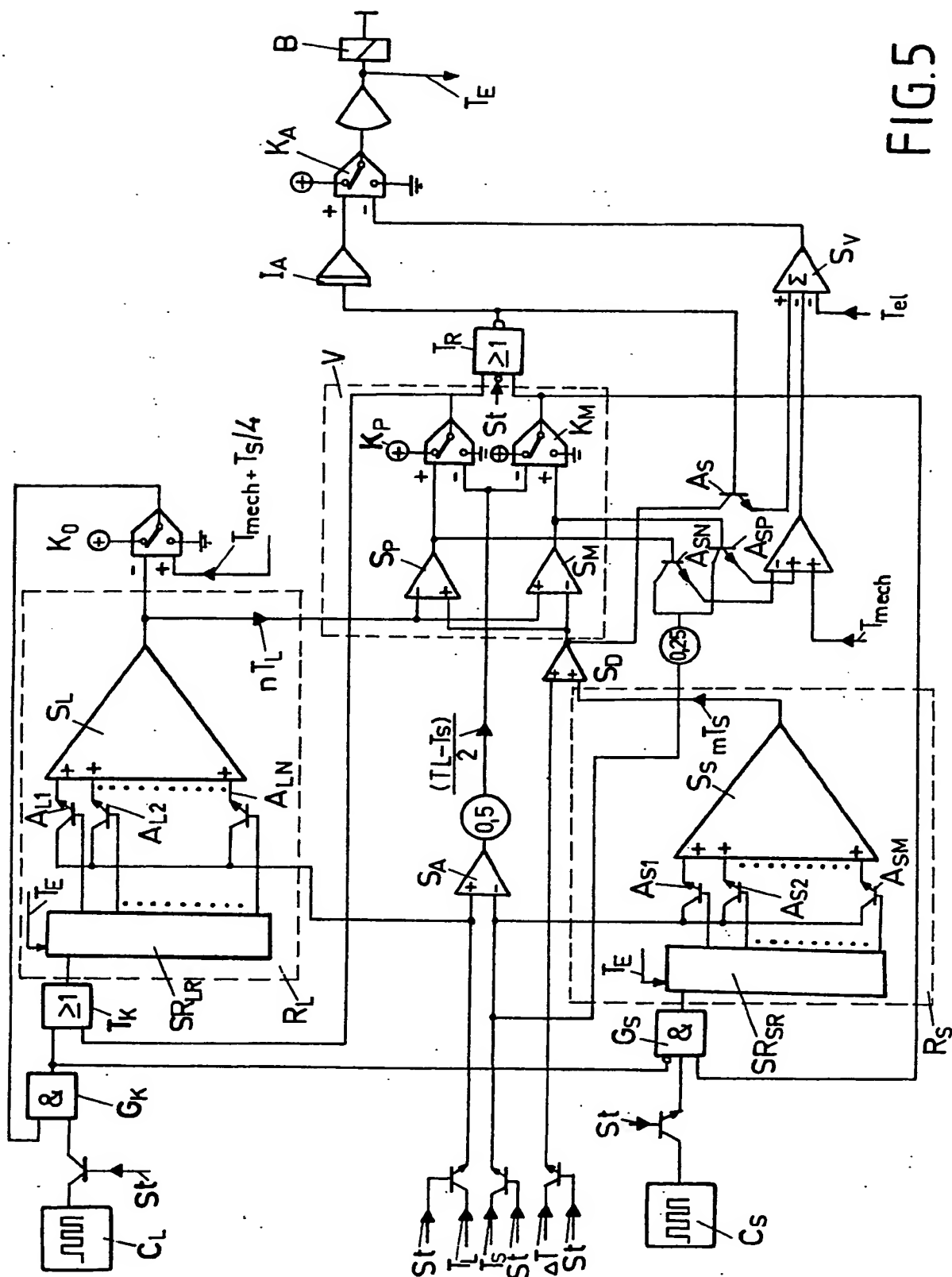


FIG. 4





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0152739  
Nummer der Anmeldung

EP 85 10 0110

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	DE-A-2 502 377 (ELEKTROTECHNISCH HANDELS- EN INSTALLATIEBUREAU HERMAN G. EEKELS B.V.) * Ansprüche 1-5; Figuren 1,2 *	1	H 02 J 3/42 H 02 H 3/06
A	--- US-A-3 599 007 (W.H. MARTIN) * Ansprüche 1-4; Zusammenfassung *	1	
A	--- BROWN BOVERI REVIEW, Band 68, Nr. 2, Februar 1981, Seiten 79-86, Baden, CH; W. KOLBE u.a.: "New devices for autoreclosure and their applications" * Figur 6; Seite 79, rechte Spalte, Zeilen 22-26; Seite 84, rechte Spalte, Zeilen 11-13 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			H 02 J H 02 H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 09-04-1985	Prüfer KOLBE W.H.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategori A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, überein- stimmendes Dokument			